

経済物理学とマクロ経済学¹

東京大学大学院経済学研究科 吉川 洋²

1 はじめに

経済物理学はこれまで「金融工学」に代表されるように株価など金融市場の実証分析を学問の原動力としてきた。もちろん所得分配や企業サイズの分布など金融市場以外の「実体経済」(the real economy)に関する分析も多数存在する。しかし理論的な考察は最小にとどめ比較的大きなサンプル・サイズのデータを用いた実証分析に力点が置かれてきたように思われる。こうした研究成果は Mantegna and Stanley (2000) に纏められている。また研究発表の場として *Quantitative Finance* という雑誌もある。

本報告では、経済物理学は大きなサンプル・サイズの経済データの解析のみならず伝統的な経済理論の分野でも貢献できるということを具体的例を通して説明した。1 つはケインズ経済学のミクロ的基礎づけの問題、2 つ目は実体経済と金融市場の関係である。

2 ケインズ経済学のミクロ的基礎づけ

経済全体の活動水準 (GDP) は資本、労働など生産要素の存在量で決まるのか、それとも総需要で決まるのか。これはマクロ経済学にとって最大の理論的問題といってもよい。ケインズ経済学は「生産性」の分析を通して総需要が GDP を決めると考える。生産性はどのように分布しているのだろうか。またその分布は総需要にどのように依存しているのだろうか。生産性の異なる S の企業ないしセクターが存在し、各企業セクターの生産性を c としよう。 $c_1 < c_2 < \dots < c_S$ 。統計力学あるいは統計物理学がわれわれに教える所に従えば各企業セクターの大きさ (確立ないしシェア) n_i/N は次のような Boltzmann に分布になることが予想される。

$$\frac{n_i}{N} = \frac{\exp(-Nc_i/D)}{\sum \exp(-Nc_i/D)} \quad (1)$$

D は総需要の水準であり

$$D = \sum_{i=1}^S c_i n_i \quad (2)$$

¹本稿は 2005 年 12 月 1 日京都大学基礎物理学研究所で開催された研究会「経済物理学Ⅱ」で行った報告の要旨である。有益なコメントを下された研究会の参加者の方々に感謝したい。

²E-mail: yoshikawa@e.u-tokyo.ac.jp

を満たす。また各セクター、企業に属する生産要素（例えば労働）の量 n_i は次式を満たす。

$$N = \sum_{i=1}^s n_i \quad (3)$$

すなわち各セクター、企業に属する生産要素の和はあらかじめ与えられている全生産要素の量 N に等しくなければならない。

(2)、(3) という 2 つの制約式の下で

$$\frac{\prod_{i=1}^s n_i!}{N!} \quad (4)$$

を最大化すれば (1) の Boltzmann 分布がえられる。生産要素の存在量 N （経済のサイズ）との比でみた総需要 D の大きさ、すなわち D/N が物理学における温度 T と同じ役割を果たしていることは物理学者には明らかであろう。生産性 c_i はエネルギー準位に相当することは言うまでもない。ケインズ経済学との関係についてさらに詳しいことは Yoshikawa (2003) を参照して戴きたい。

3 実体経済と金融市場

スタンダードな新古典派理論 (consumption-based asset pricing model) によれば消費 C の成長率と株の収益率 r は比例的な関係をもたなければならない。

$$\frac{\dot{C}}{C} \propto r \quad (5)$$

しかし econophysics に基く実証研究によれば消費 C の変化率は指数分布であるのに対して株の収益率 r はべき分布している。Aoki and Yoshikawa (2006) では Huang and Solomon (2001) の truncated Lévy flight model を用いて消費という実物変数と株の収益率という金融変数が何故本質的に異なるのか考察している。

マクロ経済学における 2 つの例が示すように、経済物理学と既存の経済学はさらに実りある対話を行うことができるはずである。青木正直教授と報告者の共同研究については Cambridge University Press から刊行されるモノグラフを参照して戴けると幸いである。

参考文献

- [1] Aoki, M. and H. Yoshikawa (2006) *Reconstructing Macroeconomics—A Perspective from Statistical Physics and Combinatorial Stochastic Processes*, New York: Cambridge University Press.

- [2] — and — (2005) “Stock Prices and the Real Economy — Power-Law versus Exponential Distributions,” forthcoming in *Journal of Economic Interaction and Coordination*.
- [3] Huang, Z.F. and S. Solomon (2001) “Power, Lévy, Exponential and Gaussian-Like Regimes in Autocatalytic Financial Systems,” *The European Physical Journal B*, **20**, 601-607.
- [4] Mantegna, R.N. and H.E. Stanley (2000) *An Introduction to Econophysics*, New York: Cambridge University Press.
- [5] Yoshikawa, Hiroshi (2003) “The Role of Demand in Macroeconomics,” *Japanese Economic Review*, **54-1**, 1-27.